

**RESPONS PERTUMBUHAN UDANG VANAME (*Litopenaeus vannamei*)
DI MEDIA BERSALINITAS RENDAH DENGAN PEMBERIAN PAKAN PROTEIN
DAN KALSIUM BERBEDA**

**GROWTH RESPONSE OF WHITE SHRIMP (*Litopenaeus vannamei*) REARED IN LOW
SALINITY MEDIUM, FED DIFFERENT PROTEIN AND CALCIUM LEVELS**

Erly Kaligis

Program Studi Ilmu Kelautan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, UNSRAT, Manado

Email: erly_kaligis@yahoo.co.id

ABSTRACT

*The white shrimp (*Litopenaeus vannamei*) has been an important commercial shrimp species in Indonesia. This species is tolerance to low salinity therefore, it is important to develop its aquaculture. The purpose of this study was to study the effect of protein and calcium levels in diet on growth performance of the white shrimp post larvae. A factorial experiment at three levels of dietary protein (25, 35, 45%) and three levels of calcium (0, 2, 4%) with three replicates were used in this experiment. Fifteen shrimps (PL25) were placed in triplicate 45-l glasses aquarium. Salinity in shrimp aquarium was 2 ppt. The shrimps were fed of about 8% of body weight four times per day for 28 days. Measured parameters were daily growth rate, feed efficiency, RNA/DNA ratio, frequency of moulting, calcium and protein retentions. Results showed that shrimp fed on diet 45% protein and 2% calcium levels produce higher daily growth rate, feed efficiency, RNA/DNA ratio, protein retention, compared to the other treatments. It was concluded that the white shrimp post larvae required 45% protein and 2% calcium for the shrimp maintenance in a low salinity condition.*

Keywords: *protein, calcium, RNA/DNA ratio, moulting, *Litopenaeus vannamei**

ABSTRAK

Udang vaname (*Litopenaeus vannamei*) merupakan jenis udang bernilai komersial penting di Indonesia. Spesies ini dapat hidup di salinitas rendah untuk itu perlu dikembangkan budidaya. Penelitian ini dilaksanakan untuk mengetahui pengaruh protein dan kalsium pakan terhadap kinerja pertumbuhan pasca larva vaname. Disain faktorial digunakan dalam penelitian terdiri tiga tingkat protein (25, 35, 45%) dikombinasi dengan tiga tingkat kalsium (0, 2, 4%) dengan tiga ulangan digunakan dalam penelitian ini. Lima belas udang (PL 25) dimasukkan dalam 45 L akuarium. Salinitas dalam wadah adalah 2 ppt. Udang kemudian diberi pakan sekitar 8% dari bobot badan empat kali perhari. Percobaan dilaksanakan selama 28 hari. Parameter uji yang digunakan adalah laju pertumbuhan rerata harian, efisiensi pakan, rasio RNA/DNA, frekuensi ganti kulit, retensi kalsium dan protein. Hasil penelitian menunjukkan bahwa udang yang diberi kombinasi pakan mengandung 45% protein dan 2% kalsium menghasilkan laju pertumbuhan rerata harian, efisiensi pakan, rasio RNA/DNA, retensi protein lebih tinggi dibandingkan perlakuan lainnya. Kesimpulan diperoleh bahwa pasca larva vaname membutuhkan 45% protein dan 2% kalsium untuk pemeliharaan di kondisi media salinitas rendah.

Kata kunci: protein, kalsium, rasio RNA/DNA, ganti kulit, *Litopenaeus vannamei*

I. PENDAHULUAN

Udang vaname (*Litopenaeus vannamei*) merupakan salah satu produk perikanan unggulan sektor perikanan. Berbagai kelebihan yang dimiliki mulai dari mudahnya mem-

budidaya udang ini, produksi yang stabil dan relatif tahan terhadap penyakit menyebabkan sebagian besar petambak di Indonesia menggeluti usaha budidaya udang vaname (*Litopenaeus vannamei*). Di samping itu, ada kelebihan lain udang vaname, yaitu bersifat euriha-

lin. Udang ini mampu hidup pada perairan dengan salinitas sekitar 0,5-40 ppt (Bray *et al.*, 1994). Kemampuan ini membuka peluang bagi petambak udang untuk mengembangkan budidaya vaname di perairan daratan (*inland water*) bersalinitas rendah. Dengan budidaya udang vaname di perairan bersalinitas rendah akan meningkatkan produksi komoditas ini.

Secara umum, perubahan kondisi dari media bersalinitas normal (30 ppt) ke media bersalinitas rendah dalam tahap awal budidaya udang akan menyebabkan udang mudah stres dan juga lemah. Pada kondisi demikian udang laut secara spontan terjadi regulasi hiperosmotik untuk dapat mempertahankan diri terhadap kondisi stres (Mantel and Farmer, 1985). Kenyataan yang ada bahwa selama terjadi penurunan salinitas menyebabkan peningkatan laju metabolisme dan proses osmoregulasi yang berkorelasi langsung dengan menurunnya kelangsungan hidup dan pertumbuhan udang. Oleh karena itu, perlu upaya untuk meningkatkan kesehatan dan vitalitas pasca larva sebagai penentu utama keberhasilan pemeliharaan udang di lingkungan bersalinitas rendah.

Pengaruh pakan terhadap pertumbuhan udang vaname telah diinvestigasi oleh berbagai peneliti, terutama terkait pengaruh mineral kalsium dan protein pakan. Davis *et al.* (1992) melaporkan bahwa interaksi berbagai macam mineral dalam pakan dapat meningkatkan pertumbuhan. Selanjutnya pakan dengan rasio Ca/P berbeda menentukan kandungan kalsium karapas dan efisiensi pakan udang (Davis *et al.*, 1993). Upaya lain dengan pemberian protein telah menunjukkan bahwa kebutuhan protein untuk juvenil vaname adalah sekitar 32% (Kureshy and Davis, 2002). Peningkatan untuk vitalitas pasca larva udang vaname dipengaruhi secara langsung oleh kandungan protein dan kalsium pakan. Davis *et al.* (2002) menyatakan bahwa kandungan asam amino dan mineral berperan dalam pembelanjaan energi selama proses osmoregulasi serta mempertahankan keseim-

bangkan ion. Namun, untuk pasca larva vaname yang dipelihara di media bersalinitas rendah, apakah kombinasi protein dan kalsium pakan juga dapat mempengaruhi pertumbuhan. Penelitian ini bertujuan mengkaji peranan protein dan kalsium pakan terhadap laju pertumbuhan rerata harian, efisiensi pakan, rasio RNA/DNA, frekuensi ganti kulit, retensi kalsium dan protein. pasca larva vaname yang dipelihara pada media bersalinitas rendah.

II. METODE PENELITIAN

2.1. Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian dilakukan selama sekitar 5 minggu dimulai dari tahap aklimatisasi hewan uji pada laboratorium hingga pelaksanaan percobaan. Tempat pelaksanaan penelitian di laboratorium Fisiologi Hewan Air, IPB Bogor.

2.2. Pakan

Percobaan terdiri atas 9 perlakuan dengan pengulangan sebanyak 3 kali. Rancangan perlakuan adalah disain faktorial didasarkan pada pemberian kadar protein (25, 35, dan 45%) dan kalsium (0, 2, dan 4 %) dalam pakan buatan. Kadar protein pada penelitian ini didasarkan hasil penelitian Shiau *et al.* (1991) yang melaporkan pertumbuhan maksimal udang pada kadar 44% protein, sedangkan kadar kalsium digunakan antara 0% hingga 4% berdasarkan hasil penelitian Davis *et al.* (1993). Sumber protein adalah tepung rebon, tepung ikan, dan bungkil kedelai. Rasio energi protein dari perlakuan ditetapkan sama. Penambahan mineral kalsium menggunakan dikalsium fosfat (CaHPO_4). Komposisi bahan dan proksimat pakan disajikan pada Tabel 1.

2.3. Pemeliharaan Pasca larva dan Pemberian Pakan

Sampel hewan uji adalah pasca larva vaname berumur 25 hari (PL 25). Untuk meminimalkan variasi unit percobaan, PL diperoleh dari hasil pemijahan satu induk.

Tabel 1. Komposisi bahan pakan, proksimat dan kandungan energi pakan percobaan.

Bahan Pakan (% bobot kering)	Perlakuan Kombinasi Protein dan Kalsium Pakan								
	A (25;0)	B (25;2)	C (25;4)	D (35;0)	E (35;2)	F (35;4)	G (45;0)	H (45;2)	I (45;4)
Tepung ikan	6	6	6	21	21	21	44	44	44
Tepung terigu	2	2	2	8.5	8.5	8.5	14	14	14
Tepung kedelai	39,5	39,5	39,5	34	34	34	15,5	15,5	15,5
Tepung rebon	2	2	2	2	2	2	2	2	2
Minyak Ikan	2	2	2	2	2	2	2	2	2
Minyak cumi	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5
Lecithin	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5
CMC	5	5	5	5	5	5	5	5	5
Selulosa	36,5	32,5	28,5	20,5	16,5	12,5	10,5	6,5	2,5
Vitamin mix. ¹	2	2	2	2	2	2	2	2	2
Mineral mix	2	2	2	2	2	2	2	2	2
CaHPO ₄ ²									
CaHPO ₄	0	4	8	0	4	8	0	4	8
Total	100	100	100	100	100	100	100	100	100
Komposisi Proksimat & Kalsium (% bobot Kering)									
Protein	26,15	26,59	26,48	35,80	36,12	35,56	46,59	46,43	46,36
BETN	34,0	34,24	32,65	33,57	33,26	33,28	29,72	30,29	30,22
Lemak	6,18	5,12	7,15	6,56	6,22	6,84	7,73	7,65	7,39
Serat Kasar	25,19	24,14	22,61	16,65	15,52	14,13	9,51	7,91	7,21
Kadar abu	8,48	9,91	11,11	7,42	8,88	10,19	6,45	7,72	8,82
Kalsium	0,79	2,31	3,40	0,71	2,70	3,39	0,76	2,24	3,42
Kandungan Energi									
DE (kkal/g pakan)	242,9	242,92	242,9	337,5	337,5	337,5	434,1	434,1	434,1
	2		2	7	7	7	4	4	4
C/P (kkal/g protein) ³	9,55	9,55	9,55	9,52	9,52	9,52	9,54	9,54	9,54

Keterangan:

1. CMC : Carboxyl Methyl Cellulose.

2. Komposisi Mineral mix (per 100 g): NaCl 1,0 g, MgSO₄.7H₂O 15,0 g, NaH₂PO₄.2H₂O 25,0 g, KH₂PO₄ 32,0 g, Fe-citrate 2,5 g, Trace element mix. 1,0 g (100 g trace element: ZnSO₄.7H₂O 35,3 g, MnSO₄.4H₂O 16,2 g, CuSO₄.5H₂O 3,1 g, CoCL₂.6H₂O 0,1 g, KIO₃ 0,3 g, selulosa 45 g) (Takeuchi, 1988).
3. Komposisi Vitamin mix. (per 100 g): vitamin B₁ 6 mg, vitamin B₂ 10 g, vitamin B₆ 4 g, vitamin B₁₂ 0,01 mg, vitamin C 500 mg, Niacin 40 mg, Ca-pantothenate 10 mg, Inositol 200 mg, Biotin 0,6 mg, Folic acid 1,5 mg, p-Amino-benzoic acid 5 mg, vitamin K₃ 5 mg, vitamin A 4000 IU, vitamin D₃ 4000 IU (Takeuchi, 1988).

Dalam kondisi laboratorium, benih diaklimatisasi selama 10 hari dari PL 10 hingga PL 20. Kemudian saat PL 20, dapat dilakukan aklimasi salinitas secara gradual selama 4 hari dari salinitas 25 ppt menjadi 2 ppt. Selama tahap persiapan ini, pakan yang digunakan adalah *Artemia salina* yang telah diperkaya dengan minyak ikan sebagai sumber HUFA (Gapasin *et al.*, 1998). Pemberian pakan dilakukan kontinu 4 kali per hari hingga PL25.

Sebelum percobaan dimulai, seluruh wadah percobaan diatur secara acak menurut perlakuan yang diterapkan. Wadah berupa akuarium berukuran 60×30×40 cm³ dengan jumlah 27 buah yang dilengkapi sistem resirkulasi. Seluruh wadah diisi dengan air bersalinitas 2 ppt yang dipersiapkan melalui pengenceran. Pada media ditambahkan kalsium (CaCO₃) dan potasium (K₂CO₃) dengan kadar masing-masing 70 ppm dan 41,44 ppm, kemudian diaerasi untuk mempertahankan kualitas air.

Pemeliharaan benih berlangsung selama 4 minggu. Awalnya PL 25 diseleksi berdasarkan ukuran yang sama dengan bobot awal rata-rata sekitar 0,0279 gram, kemudian ditebar dalam setiap akuarium sebanyak 15 individu. Pemberian pakan setiap hari berkisar 8 % dari bobot basah dengan frekuensi 4 kali perhari, selanjutnya diatur berdasarkan jumlah pakan terkonsumsi. Banyaknya pakan yang diberikan dan sisa pakan selama penelitian dicatat untuk penentuan tingkat konsumsi pakan yang nantinya dijadikan dasar untuk menghitung efisiensi pakan. Untuk mempertahankan kualitas media pemelihan,

sisa pakan dan kotoran dikeluarkan dari media dengan cara disifon yang dilakukan sore hari sebelum pemberian pakan. Setiap hari juga dilakukan pergantian air dalam tiap wadah dengan media baru sebanyak ± 10%.

Pengambilan data dilakukan berbeda waktu. Pengamatan jumlah udang yang hidup serta penimbangan bobot basah untuk pertumbuhan dilaksanakan setiap 7 hari. Pengukuran bobot basah pada semua udang. Kandungan RNA, DNA, dan kalsium tubuh diukur pada akhir penelitian. Pengukuran proksimat untuk hewan uji dilakukan pada awal dan akhir percobaan, sedangkan pakan dilakukan sebelum dan sesudah peramuan pakan. Kandungan DNA dan RNA diukur menggunakan peralatan spektrofotometer (*Gene Quant*). Sebelum pengukuran konsentrasi DNA dan RNA, dilakukan ekstraksi pada DNA dan RNA (Gwak *et al.*, 2003). Sekitar 1 individu udang yang tidak sedang ganti kulit dipisahkan dari tiap perlakuan, kemudian diambil bagian otot putih untuk dianalisa. Pengukuran proksimat seperti protein kasar, kadar lemak kasar, serat kasar, kadar abu, kadar air, dan BETN juga mengikuti metode Takeuchi (1988). Besarnya penyerapan kalsium pakan diukur melalui kandungan kalsium tubuh menggunakan peralatan *Atomic Absorption Spectrofotometer* (AAS Shimadzu AA-680) Pengambilan data dilakukan tiga kali ulangan. Pengamatan pada ganti kulit dilakukan lewat pengujian tersendiri dengan menggunakan akuarium-akuarium kecil sejumlah perlakuan yang diberlakukan. Pengambilan data frekuensi ganti kulit dengan menghitung jumlah udang ganti kulit setiap hari selama 4 minggu percobaan.

2.4. Analisis Data

Peubah yang dianalisis dalam penelitian adalah laju pertumbuhan rerata harian (Huisman, 1976), efisiensi pemanfaatan pakan (Takeuchi, 1988), rasio RNA/DNA (Satterwhite, 2003), retensi protein dan kalsium (Takeuchi, 1988), dan frekuensi ganti kulit. Seluruh data nilai tengah perlakuan dianalisis ragam dengan menggunakan program SPSS 15.00 dan Excel 2007. Jika terdapat perbedaan nyata dilanjutkan dengan Uji Tukey (Steel and Torrie, 1991).

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

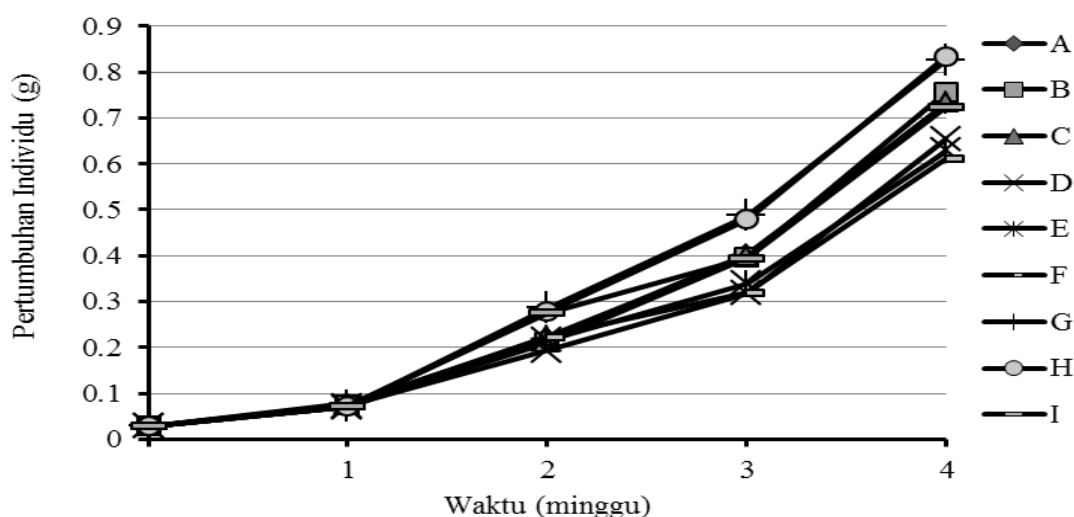
3.1. Hasil

Pemberian pakan yang mengandung protein dan kalsium berbeda terhadap pascalarva udang vaname dalam media bersalinitas 2 ppt menunjukkan pertumbuhan yang berbeda antar perlakuan (Gambar 1). Secara umum seluruh udang yang dipelihara pada seluruh perlakuan juga mengalami peningkatan. Pada awal percobaan, bobot rata-rata yaitu sekitar 0,0279 g kemudian meningkat di atas 0,6123 g pada akhir percobaan (minggu ke-4). Perlakuan G (45% protein; 0% Ca^{2+}) dan H (45% protein; 2% Ca^{2+}) menunjukkan peningkatan pertumbuhan lebih tinggi ($P > 0,05$) setelah

pada minggu pertama. Data laju pertumbuhan bobot rerata harian (LPRH) yang didapat dari perhitungan bobot rata-rata individu menunjukkan nilai tertinggi dicapai pada perlakuan yaitu H (45% protein; 2 % kalsium) sebesar 12,90 %, yang berbeda nyata dengan perlakuan lain ($P > 0,05$). Pada perlakuan F (35 % protein; 4 % kalsium), rata-rata nilai LPRH dicapai terendah yaitu sekitar 11,66 % (Tabel 2).

Efek pakan terhadap pertumbuhan PL pada salinitas 2 ppt dapat diindikasikan dari perbedaan nilai efisiensi pemanfaatan pakan (EP). Karena LPRH tertinggi dicapai pada perlakuan H (45% protein; 2% Ca^{2+}), dengan jumlah pakan sama maka EP dicapai juga tertinggi sekitar 73,99% pada perlakuan tersebut. Respons EP cenderung menurun pada perlakuan I (45% protein; 4% kalsium) dan mencapai nilai terendah pada perlakuan E (35% protein; 2% Ca^{2+}) yaitu sekitar 52,81% (Tabel 2).

Data rasio RNA/DNA memperlihatkan bahwa kadar protein dan kalsium dalam pakan secara umum berpengaruh terhadap rasio RNA/DNA postlarva. Nilai rata-rata rasio RNA/DNA tertinggi ditunjukkan pada perlakuan G (45% protein; 0 % Ca^{2+}) yaitu sebesar 0,141 yang tidak berbeda nyata dengan



Gambar 1. Pertumbuhan bobot rata-rata individu pascalarva vaname (*Litopenaeus vannamei*) dipelihara selama empat minggu penelitian pada salinitas 2 ppt.

Tabel 2. Nilai rata-rata dan simpangan baku laju pertumbuhan rerata harian (LPRH), efisiensi pakan (EP), dan rasio RNA/DNA pasca larva vaname (*Litopenaeus vannamei*).

Perlakuan Protein-Ca Pakan	Peubah		
	LPRH (%)	EP (%)	rasio RNA/DNA
A (25 - 0)	12,37 ± 0,124 _{ab}	56,58 ± 1,63 _b	0,069 ± 0,019 _a
B (25 - 2)	12,51 ± 0,172 _b	59,19 ± 1,53 _b	0,057 ± 0,005 _a
C (25 - 4)	12,39 ± 0,128 _{ab}	60,64 ± 1,11 _b	0,064 ± 0,045 _a
D (35 - 0)	11,93 ± 0,298 _a	54,76 ± 1,65 _{ab}	0,021 ± 0,011 _a
E (35 - 2)	11,77 ± 0,084 _a	52,81 ± 1,62 _a	0,057 ± 0,021 _a
F (35 - 4)	11,66 ± 0,027 _a	55,72 ± 1,93 _{ab}	0,042 ± 0,002 _a
G (45 - 0)	12,86 ± 0,124 _b	69,35 ± 0,69 _c	0,141 ± 0,003 _b
H (45 - 2)	12,90 ± 0,168 _{bc}	73,99 ± 1,41 _d	0,137 ± 0,018 _b
I (45 - 4)	12,34 ± 0,064 _b	62,61 ± 0,74 _{bc}	0,059 ± 0,013 _a

Keterangan : Nilai tengah dengan tanda huruf yang sama pada baris berbeda adalah tidak berbeda nyata ($P > 0,05$).

perlakuan H (45% protein; 2% Ca^{2+}) namun berbeda nyata dengan seluruh perlakuan lainnya. Adanya perbedaan rasio RNA/DNA mengindikasikan bahwa pada perlakuan protein dan kalsium pakan mempengaruhi aktivitas metabolisme untuk sintesis protein.

Berdasarkan rata-rata jumlah ganti kulit yang terjadi pada tiap individu udang diperoleh data frekuensi ganti kulit (Tabel 3). Rata-rata frekuensi ganti kulit (FGK) udang dicapai lebih rendah dengan pemberian kadar kalsium rendah (0%) dalam pakan.

Peningkatan kadar protein dengan kalsium pakan minimum 2% memberikan pengaruh positif terhadap ganti kulit udang. Nilai FGK tertinggi dicapai pada perlakuan I (45% protein; 4% kalsium) yaitu sekitar 7,33 kali, sedangkan FGK terendah sekitar 2,67 kali dicapai pada perlakuan A (25% protein; 0% kalsium) dan D (35% protein; 0% kalsium).

Penambahan protein dan kalsium dalam pakan ternyata berpengaruh terhadap nilai retensi protein (RP) dan retensi kalsium (RCa). Udang yang diberi pakan perlakuan

 Tabel 3. Nilai rata-rata dan simpangan baku frekuensi ganti kulit (FGK), retensi kalsium (RCa), dan retensi protein (RP) pasca larva vaname (*Litopenaeus vannamei*).

Perlakuan Protein-Ca Pakan	Peubah dan simpangan baku		
	FGK	RCa (%)	RP (%)
A (25 - 0)	3,67 ± 0,577 _a	1,43 ± 0,007 _c	2,11 ± 1,282 _a
B (25 - 2)	6,00 ± 1,000 _b	0,99 ± 0,006 _a	3,09 ± 1,136 _a
C (25 - 4)	6,00 ± 0,000 _b	1,26 ± 0,005 _b	1,64 ± 1,403 _a
D (35 - 0)	3,67 ± 0,577 _a	1,46 ± 0,006 _c	9,64 ± 1,473 _b
E (35 - 2)	5,67 ± 0,578 _b	1,73 ± 0,012 _d	10,29 ± 1,489 _b
F (35 - 4)	6,33 ± 0,578 _b	0,98 ± 0,047 _a	3,99 ± 0,708 _a
G (45 - 0)	6,00 ± 1,000 _b	1,83 ± 0,065 _e	14,09 ± 2,146 _b
H (45 - 2)	6,33 ± 0,578 _b	1,85 ± 0,049 _e	14,67 ± 4,916 _b
I (45 - 4)	7,33 ± 0,578 _b	1,86 ± 0,027 _e	12,48 ± 2,702 _b

Keterangan : Nilai tengah dengan tanda huruf yang sama pada baris berbeda adalah tidak berbeda nyata ($P > 0,05$).

H (45% protein; 2% kalsium) menghasilkan RP tertinggi sebesar $14,67 \pm 4,91\%$, sedangkan terendah dicapai pada perlakuan A (25% protein; 0% kalsium) sebesar $2,11 \pm 1,283\%$. Namun nilai RCa pada seluruh perlakuan tidak terlalu tinggi. Banyaknya kalsium yang terakumulasi tubuh meningkat sejalan dengan naiknya kandungan protein dalam pakan. Nilai RCa tertinggi didapat pada perlakuan I (45% protein; 4% kalsium) yang tidak berbeda nyata dengan perlakuan G (45% protein; 0% kalsium) dan H (45% protein; 2% kalsium), sedangkan nilai RCa terendah pada perlakuan F (35% protein; 4% kalsium) dan B (25% protein; 2% kalsium). Seperti hasil nilai RP, pemberian protein 45% dalam pakan akan menghasilkan respons RCa lebih tinggi dibandingkan pakan kadar protein lebih rendah.

3.2. Pembahasan

Adanya peningkatan kadar protein pakan dalam penelitian ini mampu meningkatkan pertumbuhan PL udang vaname. Cuzon *et al.* (2004) menyatakan bahwa laju pertumbuhan vaname pada salinitas 15 ppt lebih tinggi bila diberi pakan buatan dengan kadar protein 50 % dibandingkan pakan buatan dengan kadar protein 30%. Pengaruh kadar protein tinggi juga telah dilaporkan Shiau *et al.* (1991) pada udang windu (*Penaeus monodon*) yang dipelihara di salinitas 16 ppt. Perlakuan kadar protein pakan 44%, 48%, 52% menunjukkan penambahan bobot lebih tinggi dibandingkan kadar protein pakan lebih rendah (32%, 36%, 40%). Dalam penelitian ini, selain ditentukan kadar protein tinggi, nilai LPRH maksimal yang dicapai (Tabel 2) mengindikasikan bahwa kadar protein 45% dengan kalsium 2% pakan dibutuhkan bagi pemeliharaan PL vaname di salinitas 2 ppt.

Menurut Cuzon *et al.* (2004), pemberian protein pakan tinggi pada kondisi salinitas rendah memberikan suplai asam amino pakan lebih banyak sebagai sumber energi dan menggantikan kehilangan asam amino dalam jaringan tubuh. Naiknya kandungan protein berarti asam amino dengan porsi

yang lebih banyak tersedia dalam pakan sehingga udang vaname mampu secara efisien memanfaatkan kelebihan protein pakan untuk pertumbuhan.

Nilai efisiensi pakan tertinggi pada perlakuan H (45% protein; 2% Ca^{2+}) membuktikan bahwa PL membutuhkan peningkatan pasokan nutrisi khususnya protein. Sebagai sumber energi penggunaan energi protein secara relatif kurang efisien bila dibandingkan dengan lipid, karena dapat mengurangi jumlah ketersediaan protein bagi penyusun jaringan tubuh (Kureshy and Davis, 2002). Dari hasil yang didapat, nilai EP dihubungkan dengan nilai LPRH maksimum menunjukkan bahwa penggunaan protein 45% dan kalsium 2% dalam pakan dapat lebih efisien untuk meningkatkan pertumbuhan.

Peningkatan rasio RNA/DNA dengan pemberian kadar protein 45% dan kalsium 2% pakan menggambarkan bahwa parameter ini dapat digunakan untuk mendiagnosis respons pertumbuhan pada PL vaname dengan perlakuan pakan. Perbedaan rasio RNA/DNA secara umum dapat disebabkan oleh spesies dan lingkungan percobaan (Ali *et al.*, 2006). Walaupun demikian, rasio RNA/DNA dapat memberikan informasi berguna mengenai status nutrisi dari hewan air. Pada umumnya, pertumbuhan larva sangat tergantung dari sintesis protein, oleh karena itu rasio RNA/DNA juga secara sensitif dipengaruhi kadar protein pakan, sedangkan kadar Ca pakan tidak berpengaruh pada rasio RNA/DNA. Nilai rasio RNA/DNA tertinggi dalam penelitian ini mengindikasikan bahwa dengan pemberian pakan optimal terjadi peningkatan aktivitas ribosomal dalam sel sehingga meningkatkan sintesis protein dalam setiap ribosom pada udang vaname. Kompensasi dari aktivitas ini seperti perubahan ukuran tubuh. Bila dibandingkan dengan hasil pengukuran pada larva ikan, nilai rasio RNA/DNA udang vaname lebih kecil. Hasil penelitian pada ikan gobi (*Gobiosoma bosc*) sekitar 8,41 (Satterwhite, 2003), atau ikan flounder (*Paralichthys olivaceus*) sekitar 5,91 (Gwak *et al.*,

2003). Perbedaan ini diduga disebabkan perubahan morfologi dramatis yang berhubungan dengan ontogeni kebanyakan krustasea (Aiken and Waddy, 1992).

Adanya peningkatan kadar protein dan kalsium pakan juga memberikan respons terhadap frekuensi ganti kulit (FGK) PL. Pada seluruh perlakuan, frekuensi ganti kulit udang (FGK) tertinggi pada perlakuan I (45% protein; 4% Ca^{2+}) yaitu 7,33. Sumber kalsium pakan dalam penelitian ini merupakan bentuk persenyawaan dikalsium fosfat (CaHPO_4) yang mendukung formasi eksoskeleton tubuh. Menurut Davis *et al.* (1993), ratio Ca/P dalam pakan dapat mempengaruhi kandungan kalsium karapas namun tidak berhubungan dengan pertumbuhan. Oleh karena itu peningkatan kadar kalsium pakan dan protein diduga berperan penting untuk retensi kalsium bagi pembentukan eksoskeleton tubuh. Davis and Gatlin III (1991) menyatakan konsentrasi kalsium dalam tubuh dipertahankan karena adanya ikatan dengan protein. Nilai RCa menunjukkan respons berfluktuasi dari pengaruh kalsium pakan dibandingkan protein pakan. Secara keseluruhan pemberian kalsium 4% dengan protein pakan tinggi (45%) dapat meningkatkan simpanan kalsium dalam jaringan tubuh, walaupun secara langsung hewan air dapat menyerap kalsium dari lingkungan media. Meningkatnya retensi kalsium menunjukkan bahwa perlakuan protein dan kalsium pakan berpengaruh terutama untuk mempertahankan homeostasis kalsium pada PL vaname.

Sintesis protein berbeda terlihat pada nilai retensi protein (RP). Ketika kandungan protein pakan rendah, maka tekanan terhadap protein tubuh meningkat karena kebutuhan perbaikan jaringan dan kehilangan nitrogen metabolik. PL yang menerima asupan suplementasi optimal dengan protein tertinggi (45%) memperlihatkan nilai RP yang tinggi (Tabel 3). Namun dibandingkan yang lain, perlakuan H (45% protein; 2% Ca^{2+}) menunjukkan RP tertinggi sebesar 14,67%, sedangkan terendah dicapai pada perlakuan A (25%

protein; 0% Ca^{2+}) sebesar $2,11 \pm 1,283\%$. Naiknya nilai RP merupakan respons selanjutnya dari sintesis protein tubuh yang tinggi. Perlakuan optimal diduga mampu meningkatkan aktivitas RNA dalam ribosom sehingga mempengaruhi naiknya sintesis protein. Hasil ini juga memperlihatkan bahwa walaupun protein tinggi (45%) dibutuhkan, dengan naiknya kadar kalsium pakan justru dapat menghambat retensi protein. Hal ini telah dilaporkan berdasarkan percobaan penambahan kalsium pada beberapa level fosfor pakan dan level kalsium pakan (Davis *et al.*, 1993). Kadar kalsium 4% secara nyata tidak terlalu mempengaruhi aktivitas sintesis protein PL vaname disebabkan kalsium dapat memberikan efek penghambatan bagi penyerapan fosfor dan mineral penting lainnya (Cheng *et al.*, 2003; Wickins and Lee, 2002).

IV. KESIMPULAN

Dari beberapa kombinasi, pemberian protein 45% dan kalsium 2% dalam pakan memberikan hasil yang terbaik terhadap laju pertumbuhan rerata harian, efisiensi pemanfaatan pakan, rasio RNA/DNA, dan retensi protein pada PL udang vaname yang dipelihara pada salinitas rendah. Perlakuan dengan kandungan protein 45% dengan kalsium 2% merupakan kombinasi yang optimum karena kandungan protein (asam amino) lebih banyak tersedia dalam pakan sehingga udang vaname mampu secara efisien memanfaatkan kelebihan protein untuk pertumbuhan.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih penulis sampaikan kepada beberapa pihak yang mendukung pelaksanaan penelitian, yaitu pertama kepada Dikti yang memberikan dana hibah penelitian pascasarjana melalui IPB pada tahun 2009, Pemerintah Provinsi Sulawesi Utara yang telah memberi bantuan dana tambahan sehingga penelitian ini dapat terlaksana dan berjalan dengan lancar.

DAFTAR PUSTAKA

- Aiken, D.E. and S.L. Waddy. 1992. The growth process in crayfish. *Aquatic Science*, 6:335-381.
- Ali, M., M. Iqbali, S.A. Rana, M. Athar, and F. Iqbali. 2006. Effect of feed cycling on specific growth rate, condition factor and RNA/DNA ratio of *Labeo rohita*. *Africa J. Biotechnology*, 5(17):1551-1556.
- Bray, W.A., A.L. Lawrence, and J.R. Leung-Trujillo. 1994. The effect of salinity on growth and survival of *Penaeus vannamei*, with observations on the interaction of IHNV virus and Salinity. *Aquaculture*, 122:133-146.
- Cheng, W., C.H. Liu, and C.M. Kuo. 2003. Effects of dissolved oxygen on hemolymph parameters of freshwater giant prawn, *Macrobrachium rosenbergii* (de Man). *Aquaculture*, 220:843-856.
- Cuzon, G., A. Lawrence, G. Gaxiola, C. Rosas, and J. Guillaume. 2004. Nutrition of *Litopenaeus vannamei* reared in tanks or in ponds. *Aquaculture*, 235:513-551.
- Davis, D.A. and D. Gatlin III. 1991. Dietary mineral requirements of fish and shrimp. In: Akiyama *et al.* (eds.). Proceedings of the Aquaculture Feed Processing and Nutrition Workshop. American Soybean Association. 49-67pp.
- Davis, D.A., A.L. Lawrence, and D. Gatlin. 1992. Mineral requirements of *Penaeus vannamei*: a preliminary examination of the dietary essentiality for thirteen minerals. *J. World Aquaculture Society*, 23:8-14.
- Davis, D.A., A. Lawrence, and D. Gatlin III. 1993. Response of *Penaeus vannamei* to dietary calcium, phosphorus, and calcium: phosphorus ratio. *J. World Aquaculture Society*, 24:504-515.
- Davis, D.A., I.P. Saoud, W.J. McGraw, and D.B. Rouse. 2002. Considerations for inland low salinity waters. In: Cruz-Suárez *et al.* (eds.). Avances en Nutrición Acuicola VI. Memorias del VI Simposium Internacional de Nutrición Acuicola. 3 al 6 de Septiembre del 2002. Cancún, Quintana Roo, México. 73-90pp.
- Gapasin, R.S.J., R. Bombeo, L. Lavens, P. Sorgeloos, and H. Nelis. 1998. Enrichment of live food with essential fatty acids and vitamin C: effects on milkfish (*Chanos chanos*) larval performance. *Aquaculture*, 162:269-286.
- Gwak, W.S., T. Tsusaki, and M. Tanaka. 2003. Nutritional condition, as evaluated by RNA/DNA ratios, of hatchery-reared Japanese flounder from hatch to release. *Aquaculture*, 219:503-514.
- Huisman, E.A. 1976. Food conversion efficiencies at maintenance and production level of carp, *Cyprinus carpio* and rainbow trout, *Salmo gairdneri*. *Aquaculture*, 9:259-273.
- Kureshy, N. and D.A. Davis. 2002. Protein requirement for maintenance and maximum weight gain for the Pacific white shrimp, *Litopenaeus vannamei*. *Aquaculture*, 204:125-143.
- Mantel L.H. and L.L. Farmer. 1983. Osmotic and ionic regulation. In: Mantel, L.H. (ed.). The biology of crustacea, vol 5. Academic Press. New York. 53-161pp.
- Satterwhite, M.C. 2003. RNA: DNA as an indicator of nutritional condition and growth in larval naked Goby, *Gobiosoma bosc.* Thesis. Louisiana State University and Agricultural and Mechanical College. 53p.
- Shiau, S.Y., C.C. Kwok, and B.S. Chow. 1991. Optimal dietary protein level of *Penaeus monodon* reared in seawater and brackish water. *Nippon Suisan Gakkaishi*, 57(4):711-716.
- Steel, R.G.D. and J.H. Torrie. 1991. Principles and procedures of statistics. McGraw-Hill Book Company. London. 487p.

- Takeuchi, T. 1988. Laboratory work, chemical evaluation of dietary nutrients. *In*: Watanabe, T. (ed.). Fish nutrition and mariculture. JICA Textbook, the General Aquaculture Course. Department of Aquatic Biosciences, Tokyo University of Fisheries. 179-229pp.
- Wickins, J.F. and D.O.C. Lee. 2002. Crustacean farming, ranching and culture. 2nd ed. Blackwell Science. 446p.
- Diterima* : 27 Oktober 2014
Direview : 30 April 2014
Disetujui : 3 Juni 2015